

КОРМОВАЯ БАЗА РЫБ АРАЛЬСКОГО МОРЯ И ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

Канд. биол. наук Е. А. ЯБЛОНСКАЯ

В настоящее время все большее значение приобретают такие мероприятия по формированию стад промысловых рыб, как искусственное разведение их молоди в рыбхозах и на рыбоводных заводах и акклиматизация новых видов. Для определения масштабов этих мероприятий, их направления и ожидаемого эффекта необходимо хорошо знать кормовые ресурсы водоема, степень их использования, выявлять недоиспользуемые ресурсы и наиболее узкие звенья пищевой цепи.

Сказанное в полной мере относится к Аральскому морю, рыбные запасы которого в значительной степени должны будут поддерживаться путем искусственного разведения молоди существующих видов рыб и акклиматизации новых.

Известно, что в Аральском море в 1954—1956 гг. была произведена акклиматизация балтийской салаки. Между тем до последнего времени не было достаточно обоснованных фактическими материалами данных о запасах планктона в этом море и интенсивности воспроизводства кормовой базы планктоноядных рыб.

С другой стороны для разработки мероприятий по искусственному разведению молоди существующих видов рыб понадобилась более полная характеристика кормовой базы и для бентосоядных рыб.

Для правильной оценки кормовой базы необходимо знать ее величину, распределение в водоеме, интенсивность воспроизводства, использование рыбами и возможность развития при изменении гидрологического режима моря.

Интенсивность воспроизводства кормовой базы, направленность пищевых цепей и количественные соотношения отдельных трофических звеньев обуславливаются прежде всего спецификой видового состава населения, поступлением биогенных питательных веществ с водосборной площади и гидрологическим режимом водоема, который в основном определяют его морфометрия и климатические условия. Эти вопросы в отношении многих морских водоемов, и особенно Аральского моря, изучены недостаточно, несмотря на их важность для определения рыбопродуктивности.

В связи с этим мы попытались собрать имеющиеся материалы и провести некоторые сопоставления, которые позволили бы в какой-то степени охарактеризовать круговорот органических и биогенных веществ в Аральском море, оценить интенсивность воспроизводства кормовых организмов планктона и бентоса, выяснить степень использования кормовой базы рыбами и наметить направления работ по возможному использованию кормовых ресурсов этого водоема.

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПЕРВИЧНОЙ КОРМНОСТИ

Солевой и биогенный режим Аральского моря теснейшим образом связан со стоком впадающих в него рек. Закономерности формирования и изменения солевого режима Аральского моря достаточно полно изучены и обобщены в работе Л. К. Блинова [5]. Судя по данным, приводимым этим автором; а также по имеющимся на Аральской рыбохозяйственной станции материалам за 1954—1957 гг., наблюдавшиеся за последние 100 лет колебания солености не выходили за пределы, благоприятные для обитания населяющих это море организмов.

Биогенное питание Аральского моря осуществляется главным образом за счет приноса взвешенных и растворенных питательных веществ водами рек Аму-Дарьи и Сыр-Дарьи.

Как отмечают все авторы [5, 9, 27], Аральское море по сравнению с такими высокопродуктивными водоемами, как Азовское море и Северный Каспий, находится в неблагоприятных условиях в отношении снабжения биогенными элементами, особенно в отношении снабжения минеральным растворенным фосфором, содержание которого в водах Аму-Дарьи и Сыр-Дарьи, судя по данным С. В. Бруевича и М. В. Федосова [8, 36], в 3—7 раз меньше, чем в водах Волги и Дона.

В табл. 1 представлены заимствованные из статьи С. В. Бруевича [9] данные по величинам «удельного» питания Аральского моря, сопоставленные с аналогичными данными по Азовскому и Каспийскому морю, рассчитанными по материалам С. В. Бруевича [8], В. Г. Дацко [16], М. В. Федосова и Л. А. Барсуковой [36, 37].

Таблица 1

Годовое поступление биогенных элементов с атмосферными и речными водами в Аральском, Каспийском и Азовском морях (в $г/м^2$)

Элемент	Аральское море	Азовское море	Каспийское море (северная часть)
Фосфор минеральный . . .	0,008	0,061	0,079
Фосфор органический . . .	0,015	0,072	0,099
Азот минеральный	0,381	0,298	0,525

Эти данные показывают, насколько велико различие в фосфатном питании Аральского моря, с одной стороны, и Азовского и Каспийского морей, с другой. При этом, как показали С. В. Бруевич и Н. Ф. Соловьева [9], обеспеченность Аральского моря фосфором составляет только $\frac{1}{5}$ необходимых для использования диатомовыми водорослями содержащихся в воде моря азота и кремния. Соответственно низкой концентрации фосфатов в речном стоке и воде самого моря биомасса фитопланктона в Аральском море низка, на что косвенным образом указывает высокая прозрачность воды, низкие показатели окисляемости и биохимического потребления кислорода [35]. Можно предполагать, что вовлечение использованных биогенных элементов в повторные циклы происходит в Аральском море менее интенсивно, чем в Азовском море или Северном Каспии, что обусловлено морфометрическими и гидрологическими особенностями этого водоема.

В зимнее время температура воды Аральского моря понижается до отрицательных величин и образуется ледяной покров; летом вода на поверхности быстро прогревается и достигает 24—27°. Прогрев глубинных слоев совершается медленно и в течение летних месяцев существует резко выраженная температурная стратификация. Только

в августе—сентябре прогрев распространяется на значительную толщу воды и с началом осеннего похолодания (в октябре) наступает гомотермия. В глубоководных впадинах температура в течение всего года остается низкой и не повышается у дна выше 1,5—2°.

Резко выраженная стратификация водной толщи в течение большей части вегетационного периода препятствует интенсивному поступлению биогенных элементов из придонных в поверхностные слои воды. С другой стороны, высокая прозрачность воды способствует поглощению у дна регенерируемых питательных веществ макро- и микрофитобентосом. Как известно, значительная площадь дна Аральского моря занята морскими травами и донными водорослями. По нашим определениям [45], средняя биомасса макрофитобентоса равна 129 г/м², а валовая биомасса его составляет 8 300 000 т и почти в 6 раз превышает биомассу зообентоса.

Более интенсивному, чем в других южных морях, развитию донной растительности способствует высокая прозрачность воды и большое количество заливов и защищенных островами и мелями районов.

Кроме того, в поверхностной пленке илистых грунтов в значительном количестве, по наблюдениям Бенинга [1], развиваются донные диатомовые (разные виды *Diploneis*, *Cocconeis*, *Navicula*, *Amphiprora*, *Epithemia* и др.), также очевидно использующие биогенные элементы, появляющиеся в процессе разложения органического вещества на дне.

Таким образом, можно себе представить, что у дна создается свой замкнутый круговорот биогенных и органических веществ, изолированный от вышележащих водных слоев и отрицательно влияющий на продукцию органического вещества в водной толще. По-видимому, не только биомасса, но и продукция фитопланктона в Аральском море значительно ниже, чем в Азовском и Каспийском морях. Вследствие этого в Аральском море относительно большое значение имеют такие источники органического вещества, как фитобентос и детрит речного стока. Если условно принять, что продукция фитопланктона в Аральском море только в 2 раза ниже, чем в Северном Каспии, то и тогда на долю фитобентоса в Аральском море придется около 3%.

Как показывают некоторые ориентировочные расчеты, приведенные в табл. 2, в Аральском море по сравнению с Азовским и Каспийским органического вещества фитобентоса и детрита речного стока относительно больше. Эти вещества обогащают главным образом грунты моря. Особенно повышается роль детрита речного стока и донной растительности в местах их оседания и отложения (предустьевые пространства рек, заливы моря).

Следовательно, эти виды первичной продукции включаются в последующие звенья пищевой цепи главным образом по линии бентоса, являясь наряду с остатками фитопланктона тем пищевым материалом, который прямо или косвенно потребляется бентосными животными.

Таблица 2

Источники поступления органического вещества в граммах азота на 1 м²

Виды органического вещества	Азовское море		Северный Каспий		Аральское море
	г/м ²	%	г/м ²	%	г/м ²
Фитопланктон	31,316	96,9	10,270	89,0	—
Фитобентос	—	—	0,007	0,1	0,188
Детрит речного стока . .	0,989	3,1	1,264	10,9	1,224
Всего	32,305	100,0	11,541	100,0	—

Поступление органического вещества в Азовское море подсчитано по материалам В. Г. Дацко [16] и М. В. Федосова [36]. При расчетах принято, что в сухом веществе фитопланктона содержится 3,5% азота (среднее для диатомовых и перидиниевых водорослей).

Для расчетов по Северному Каспию использованы данные С. В. Бруевича [8] за 1937 и 1938 гг. по сносу биогенных элементов в Каспийское море, средняя биомасса фитопланктона, по Усачеву [34], 2,5 г на 1 м³ и Р/В коэффициент 300, по С. В. Бруевичу. Принято, что сухого вещества в фитопланктоне 10%, а азота 2,5% от сухого вещества. По фитобентосу использованы данные С. В. Бруевича [8], а по химическому составу донных растений Т. И. Горшковой [14].

Для Аральского моря использованы данные С. В. Бруевича и Н. Ф. Соловьевой [9] по сносу азота взвешенных веществ, наши — по биомассе фитобентоса и Т. И. Горшковой [14] по химическому составу донных растений. Условно принято, что продукция фитопланктона вдвое ниже, чем в Северном Каспии.

Конечно, пищевое значение речного детрита и донной растительности для донных организмов не изучено, однако, отлагаясь на дне, они играют роль дополнительных источников поступления биогенов, которые могут использоваться донными микроскопическими водорослями, охотно потребляемыми бентосными животными.

Таким образом, бентос Аральского моря, наряду с отмирающим фитопланктоном, может использовать в качестве пищи аллохтонный детрит, детрит, образовавшийся из донной растительности моря, и, наконец, микрофитобентос.

Бедность аральских вод питательными веществами, особенно солями фосфора, малоинтенсивный обмен между грунтом и водой, обусловленный отчетливо выраженной в вегетационный период стратификацией водных масс и высоким насыщением придонных слоев кислородом, определяют относительно низкую интенсивность биологических процессов в толще воды. Это оказывает влияние на весь характер трофической цепи и количественное соотношение отдельных ее звеньев.

Именно этим обстоятельством объясняется относительная бедность зоопланктона Аральского моря.

КОРМОВАЯ БАЗА ПЛАНКТОНОЯДНЫХ РЫБ И ЕЕ ВОЗМОЖНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

Зоопланктон Аральского моря отличается бедностью качественного состава и, как показали исследования, проведенные в последние годы [25], от 70 до 98% его биомассы составляет копепода *Diaptomus salinus*.

Остальная часть приходится на личинок моллюсков, кладоцер и циклопид, которые образуют более или менее значительные биомассы летом главным образом в прибрежных районах. По данным Н. К. Лукониной [25], средняя биомасса зоопланктона колеблется по годам и сезонам от 100 до 180 мг на 1 м³ и таким образом общий запас планктона в пересчете на весь объем моря составляет в среднем около 150 тыс. т. Это количество неравномерно распределяется по отдельным районам моря и зонам глубин. Одним из наиболее богатых по планктону участков, особенно в летний период, является район на юге моря, прилегающий к приустьевому пространству Аму-Дарьи.

Судя по данным за 1954—1957 гг. (табл. 3), средняя концентрация зоопланктона летом оказывается наиболее высокой в прибрежных мелководных частях моря (зона 0—10 м). Здесь образуются довольно высокие биомассы планктона и создаются условия, благоприятные для

Таблица 3

**Концентрация зоопланктона и общая (валовая) биомасса по зонам глубин
(составлено по данным Н. К. Луконой [25])**

Зоны глубин в м	Средняя концентрация зоопланктона в мг/м ³			Общий запас планктона					
	весна	лето	осень	весна		лето		осень	
				тыс. т	%	тыс. т	%	тыс. т	%
0—5	171,0	474,0	186,1	8,7	6,5	24,2	15,6	9,5	6,5
5—10	150,0	274,6	159,6	6,7	5,0	15,7	10,1	7,2	5,0
10—15	144,0	204,0	125,5	15,0	11,2	21,2	13,7	13,1	9,0
15—20	136,6	145,0	129,0	26,5	19,8	28,1	18,1	25,0	17,2
20—30	128,2	109,0	142,0	66,7	49,8	56,7	36,6	73,8	50,8
30 и больше	94,4	84,0	103,0	10,3	7,7	9,1	5,9	16,8	11,5
Всего . .	130,9	142,8	142,4	133,9	100,0	155,0	100,0	145,4	100,0

питания планктоноядных рыб. Однако поскольку в силу морфометрических особенностей мелководная зона в Аральском море относительно невелика, в пределах этой зоны содержится не более 25% общего запаса зоопланктона (см. табл. 3).

Как показывают расчеты (табл. 3) 40—50% валового запаса планктона приходится на удаленные от берегов, открытые части моря над глубиной более 20 м. Средняя концентрация планктона здесь невысока. Поэтому использование этих запасов потребителями возможно лишь при достаточно дисперсном их распределении, т. е. стадом относительно невысокой численности.

Все вышесказанное усугубляется довольно слабой продукционной способностью аральского зоопланктона. Как установила Н. К. Луконая [25], в Аральском море в отличие от других южных морей (Азовского, Черного и Северного Каспия) в течение всего вегетационного периода сохраняется почти неизменный уровень средней биомассы зоопланктона и не происходит типичного для других морей нарастания биомассы от весны к лету. Эта черта сезонной динамики зоопланктона Аральского моря обусловлена низкой плодovitостью и растянутым жизненным циклом основного компонента планктона — диаптомуса, большинство особей в популяции которого дают лишь одну генерацию в год.

Существенно отметить, что главнейшие копеподы Азовского моря (*Acartia clausi*, *Centropages Kroyeri*, *Calanipeda aquae dulcis*), судя по данным, приводимым в статье Л. А. Чаяновой [39], полный цикл развития от яйца до половозрелой особи завершают в течение 26—36 дней. Размножение их происходит в течение большей части года, что при высокой индивидуальной плодovitости (100—240 яиц) позволяет популяции иметь высокий темп воспроизводства. Это и позволяет большим стадам хамсы и тюльки в Азовском море выкармливаться за счет копеподного корма. Такой откорм был бы невозможен, если бы азовский зоопланктон не давал большой продукции и не обладал высоким коэффициентом Р/В, который, по определению А. В. Окула [31], близок к 30.

В отличие от копепоид азово-черноморских и каспийских у *Diaptomus salinus* Аральского моря завершение полного жизненного цикла растягивается у большинства особей популяции на год. Поэтому массовое размножение диаптомуса происходит только весной. Все остальное

время года идет развитие и рост рачков, которые становятся половозрелыми лишь весной следующего года.

Эти особенности жизненного цикла аральского диаптомуса, наряду с низкой плодовитостью и невысокой плотностью населения (по данным Лукониной средняя плотность населения колеблется от 10 до 2 тыс. экз/м³), обуславливают относительно низкую продукцию зоопланктона Аральского моря.

Массовое размножение диаптомуса, как указывалось, приходится на весну, когда численность популяции возрастает. В течение остального времени происходит уменьшение численности от различных причин с одновременным увеличением веса отдельных особей, что и обуславливает почти стабильный уровень биомассы этого вида в течение вегетационного периода.

Только в районах, ограниченных 10-метровой изобатой, наблюдается значительное увеличение биомассы зоопланктона от весны к лету (см. табл. 3). Это увеличение обусловлено, как указывалось, развитием в летний период в этих частях моря личинок моллюсков, кладоцер и циклопид.

Используя данные Н. К. Лукониной [25] по сезонной динамике популяции диаптомуса и учитывая прирост веса выживших особей и прирост веса тех организмов, которые погибли от тех или иных причин в течение рассматриваемого периода и вес вновь отродившейся молодежи, мы смогли ориентировочно подсчитать величину его продукции. Относя эту величину к весенней биомассе диаптомуса, мы получили коэффициент P/V , близкий к 2. Не имея данных по продукции циклопов, кладоцер и личинок пластинчатожабрных, развивающихся в прибрежных районах, мы условно приняли для этих групп тот же коэффициент P/V , который принимается Бруевичем [8] и Дацко [16] для планктона Азовского и Каспийского морей ($P/V=30$). В этом случае средний коэффициент P/V для зоопланктона Аральского моря возрастает до 4. Как бы ни были условны и ориентировочны эти расчеты, они все же свидетельствуют о значительно менее, чем в Азовском и Каспийском морях, интенсивном продуцировании зоопланктона в Аральском море. Поэтому даже при таком же, как в других водоемах, запасе (биомассе) планктонного корма возможный выход продукции планктоноядных рыб в Аральском море должен быть ниже.

В. Я. Панкратова [32], подробно изучавшая питание аральских рыб, указывает, что рачок диаптомус имеет довольно большое значение в питании некоторых взрослых аральских рыб (колюшка, чехонь, шемай), а также в питании молодежи сазана, шемаи, леща, воблы. В обработанных нами материалах, в пище взрослых рыб диаптомусы так же, как и другие виды зоопланктона, не были обнаружены (табл. 7). В этом отношении результаты наших исследований согласуются с данными Г. В. Никольского [27], который указывает на нахождение планктона в небольшом количестве (4,6% по весу) лишь в составе пищи чехони.

По наблюдениям В. Я. Панкратовой [32] большую роль планктонные организмы (диаптомус, гарпактициды) играют в питании колюшки, однако основными потребителями планктона являются мальки рыб.

В. Я. Панкратова [32] указывает, что молодежь шемаи до размеров 26 мм (2—3-месячного возраста) питается почти исключительно планктоном. Мальки леща длиной до 20 мм, пойманные в районе промысла Муйнак в июле, питались ветвистоусыми рачками и диаптомусом. В пище мальков сазана длиной до 12 мм преимущественное значение, по данным Панкратовой [32], имеют диаптомус и цериодафия; мальки более крупных размеров переходят на потребление донной пищи.

Мальки воблы длиной до 10—20 мм питались планктоном (*Sorera*, *Cladocera*), но уже при длине около 13 мм они начинают поедать

Значение планктона в пище молоди воблы и леща Аральского моря (1955 г.)

Показатели	Вобла				Лещ		
	южная прибрежная часть моря	устье Сыр-Дарьи	восточное мелководье	южная прибрежная часть моря	южная прибрежная часть моря	южная прибрежная часть моря	устье Сыр-Дарьи
	август	сентябрь	август	октябрь	август	октябрь	сентябрь
Количество исследованных кишечников	17	13	28	41	88	34	14
Размер молоди в мм	54—175	64—140	30—118 (преобл. 30—50)	47—149	38—159	42—140	55—125
Количество пустых кишечников в %	18,0	15,4	3,5	22,0	46,6	11,7	0
Вес содержимого кишечника в мг	202,0	—	27,0	185,0	66,0	79,0	222,0
Планктонная пища							
Вес пищи в % от веса пищевого комка	11,7	—	<0,1	1,0	17,7	7,7	1,9
Преобладающие организмы	Кладоцера	—	Циклопы, гарпакти- циды	Кладоцера	Кладоцера	Кладоцера, циклопы	Диатомус, циклопы
Донная пища							
Вес пищи в % от веса пищевого комка	88,3	100	100	99,0	82,3	92,3	98,1
Преобладающие организмы	Растения	Растения, личинки насекомых	Растения, остракоды	Растения	Остракоды, личинки насекомых	Личинки насекомых, остракоды	Личинки насекомых

отдельных представителей донного населения; в более позднем возрасте они целиком переходят на питание водорослями и личинками насекомых. Таким образом, по данным В. Я. Панкратовой, молодь наиболее массовых промысловых рыб только в раннем возрасте потребляет планктон. По мере роста мальки переходят на потребление донной и придонной пищи.

К аналогичным выводам пришла О. Д. Романычева [33], изучавшая биологию молоди леща, сазана, воблы. По ее наблюдениям, молодь леща, достигнув длины от 17—18 до 36 мм, начинает скатываться с мест нереста, где она питается планктоном.

Молодь, скатившаяся с мест нереста в прибрежные районы моря, питается главным образом организмами, обитающими на дне.

В табл. 4 показаны результаты произведенных нами анализов содержимого кишечника молоди воблы и леща из прибрежных районов Аральского моря. Эти данные свидетельствуют, что молодь воблы и леща размером от 30 мм и более, нагуливающаяся в прибрежных районах моря, питается главным образом донным кормом, а планктон в ее пище играет незначительную роль.

Отсутствие в Аральском море типичных планктоноядных рыб натолкнуло на мысль о необходимости их вселения в этот водоем. В течение 1954, 1955 и 1956 гг. проводилась пересадка оплодотворенной икры балтийской салаки в Аральское море. Это мероприятие, как сообщалось в печати [22], увенчалось успехом, и в настоящее время балтийская салака живет и размножается в Аральском море.

В желудках нескольких экземпляров взрослой преднерестовой салаки были обнаружены остатки копепоид и гаммарид [22]. К сожалению, более полными данными о питании салаки в Аральском море, особенно в нагульный период, мы не располагаем. Изложенные выше соображения о продуктивности планктона в Аральском море позволяют высказать предположение, что, вероятно, салака использует в качестве пищи не только планктон, но и организмы бентоса и нектобентоса. Ожидать больших запасов этой рыбы при использовании только планктонного корма вряд ли можно.

Относительная ограниченность запасов планктона прибрежных мелководных районов (см. табл. 3), где возможны нерестилища салаки, позволяет предполагать, что и большой численности этот вид не даст, поскольку шемая, сходная по своей биологии с салакой, немногочисленна в Аральском море и уловы ее не превышают 23 тыс. ц. Несмотря на это, акклиматизацию салаки в Аральском море можно расценивать как положительное явление, особенно если учитывать изменение гидрологического режима моря и возможное уменьшение в нем запасов полупроходных и проходных рыб.

КОРМОВАЯ БАЗА БЕНТОСОЯДНЫХ РЫБ И ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

В зообентосе Аральского моря около 70% (66,6%) всей биомассы составляют моллюски, второе место принадлежит личинкам хирономид и других насекомых и около 1% приходится на долю ракообразных—гаммарид. Если сделать пересчеты на содержание сырого протеина (см. табл. 5), то окажется, что около 40% всех азотсодержащих веществ бентоса дают личинки хирономид, из которых более 97% приходится на личинок *Chironomus behningi*.

Валовая биомасса бентоса в годы наших исследований (1954—1957 гг.) составляла около 1400 тыс. т в сыром весе. Эта масса неравномерно распределяется по отдельным глубинным зонам (см. табл. 6). На прибрежные мелководные районы, где донные отложения состоят из грубозернистых осадков (пески, алевриты) и в бентосе преобладают моллюски, приходится только около 20% валового количества

Таблица 5

Плотность населения, биомасса и соотношение отдельных групп в бентосе
Аральского моря (по материалам 1954—1957 гг.)

Организмы	Плотность населения в экз/м ²	Биомасса		Содержание азота в биомассе	
		г/м ²	%	мг/м ²	%
Адакна	138	5,16	23,3	0,050	—
Дрейссена	456	8,15	36,8	0,060	—
Кардиум	6	0,87	3,9	0,007	—
Гидробия	17	0,04	0,2		
Лунка	41	0,53	2,4		
Все моллюски	658	14,75	66,6	0,117	58,2
Ракообразные	31	0,18	0,8	0,003	1,5
Хирономус	286	7,00	31,6	0,080	—
Прокладиус	72	0,08	0,4		
Криптохирономус	17	0,07	0,3		
Полипедилум	6	0,01	0,1	0,080	39,8
Все хирономиды	381	7,16	32,3		
Личинки ручей- ников	2	0,07	0,3	0,001	0,5
Прочие	1	<0,01	<0,1	—	—
Весь зообентос	1073	22,16	100,0	0,201	100,0

Таблица 6

Распределение биомассы бентоса Аральского моря по зонам глубин

Зоны глубин в м	Адакна		Дрейссена		Кардиум		Все моллюски	
	г/м ²	тыс. т	г/м ²	тыс. т	г/м ²	тыс. т	г/м ²	тыс. т
0—5	1,71	16,6	12,01	117,1	1,03	10,0	17,63	171,8
5—10	3,58	36,1	3,77	38,0	0,98	9,9	8,71	87,9
10—20	6,41	129,4	9,13	184,2	1,07	21,6	16,74	337,9
20—30	6,09	131,3	8,17	175,9	0,65	14,1	15,04	323,9
>30	6,87	17,6	2,89	7,3	—	—	9,74	25,0
Все море	5,16	331,1	8,15	522,7	0,87	55,6	14,75	946,5

Продолжение

Зоны глубин в м	Ракообразные		Хирономус		Все хирономиды		Весь зообентос	
	г/м ²	тыс. т	г/м ²	тыс. т	г/м ²	тыс. т	г/м ²	тыс. т
0—5	0,38	3,7	1,13	10,8	1,19	11,5	19,25	187,9
5—10	0,12	1,2	1,47	13,0	1,56	15,9	10,48	105,8
10—20	0,16	3,2	8,13	163,9	8,38	168,9	25,37	512,0
20—30	0,15	3,3	12,02	258,9	12,19	262,6	27,47	591,7
>30	0,06	0,2	0,07	0,2	0,16	0,4	9,96	25,6
Все море	0,18	11,6	6,97	446,9	7,16	459,4	22,16	1423,0

бентоса, 27% всей биомассы моллюсков, 42% биомассы гаммарид и только около 6% общего количества хирономид. Более 75% всего запаса бентоса распределяется на глубинах больше 10 м, из этого количества около 43% приходится на зоны глубже 20 м.

Таким образом, в Аральском море и по концентрации бентоса на единице площади и по валовому запасу донных животных наиболее богаты районы, ограниченные изобатами 10—30 м.

Эта особенность наиболее резко выступает в отношении распределения хирономид, более 93% валовой биомассы которых распределяется на илистых грунтах в пределах глубин от 10 до 30 м. Такое распределение бентоса по глубинам отражается и на характере его использования рыбами.

В Аральском море откармливаются лещ, сазан, вобла, шип, усач, белоглазка, шемая, чехонь и ряд других, имеющих небольшое промысловое значение, рыб. В табл. 7 показан состав пищи основных промысловых рыб в 1954—1957 гг. Эти данные получены на основании анализа содержимого кишечника 1126 экземпляров различных видов промысловых рыб, выловленных в различных частях моря одновременно со сбором бентосных и планктонных проб. Для анализа пищи содержимое выделяли из кишечника, по возможности освобождали от кишечной слизи, обсушивали на фильтровальной бумаге и взвешивали на теххимических весах для получения общего веса пищевого комка. Затем из общей массы остатков пищи выделяли единичные крупные фрагменты, а из остальной гомогенной массы брали определенную часть ($1/4$ — $1/8$ — $1/2$) по весу для анализа.

Под бинокуляром, по сохранившимся и легко определяемым фрагментам, подсчитывали число кормовых организмов и по возможности измеряли их размер. Обнаруженное количество пищевых организмов того или иного вида в порции пищи, взятой для анализа, переводили на вес всего пищевого комка и, таким образом, определяли количество организмов данного вида, находившееся в кишечнике рыбы в момент ее поимки. По весу этих же видов и размеров организмов в бентосе на данной станции определяли общий живой вес съеденных рыбой кормовых организмов. Вес моллюсков и растений определяли непосредственно взвешиванием остатков. По соотношению восстановленного по фрагментам веса отдельных кормовых организмов к общему суммарному их весу получали состав пищи рыбы в процентах.

По нашим данным (см. табл. 7), в прибрежных, расположенных вблизи нерестилищ рыб районах моря в пределах зоны зарослей и песчаных биотопов, где бентос состоит главным образом из моллюсков, пища леща и усача состояла преимущественно из дрейссены и адакны, вобла потребляла моллюсков и фитобентос, сазан питался моллюсками и остракодами. На алевроитовых грунтах, в пределах биоценоза дрейссены — адакны вобла, усач и сазан продолжают питаться главным образом моллюсками, лещ же переходит на потребление ракообразных (бокоплавы, остракоды) и личинок насекомых (хирономиды, ручейники). Бокоплавами и хирономидами питаются здесь также чехонь и белоглазка. Наконец, на илистых грунтах открытых частей моря, где наблюдаются наиболее высокие величины биомассы бентоса, в котором обильно представлены и личинки хирономид и моллюски (биоценоз хирономуса — дрейссены — адакны), лещ, чехонь, белоглазка и шемая переходят на потребление хирономид, вобла и усач продолжают питаться моллюсками, а сазан имеет смешанное питание.

Таким образом, все главнейшие компоненты бентоса Аральского моря входят в пищевой рацион основных промысловых рыб этого водоема.

Рыбы, питающиеся бентосом (лещ, сазан, вобла, шемая, усач), составляют в Аральском море около 80% улова.

Таблица 7

Состав пищи рыб (в % по весу) в различных районах и биоценозах в 1954—1957 гг.

Кормовые организмы	Прибрежные районы										
	биоценоз zostеры с дрейссеной			биоценоз алакны				биоценоз хирономуса в Алжибайском заливе			
	вобла	сазан	шемая	лещ	вобла	сазан	усач	лещ	сазан	вобла	белоглазка
Адакна	3,0	2,32	—	27,5	17,5	—	83,9	0,9	1,3	0,5	—
Дрейссена	13,3	13,3	—	41,9	32,3	1,8	4,5	2,2	14,9	18,8	—
Прочие моллюски	1,6	33,44	—	3,5	5,3	19,8	10,4	5,3	11,7	1,3	—
Все моллюски	17,9	49,1	—	72,9	55,1	21,6	98,8	8,4	27,9	20,6	—
Бокоплав	2,2	0,1	25,0	18,3	—	—	—	0,04	0,2	0,1	—
Остракоды	—	1,3	—	3,1	<0,1	68,5	—	8,4	31,7	0,02	1,12
Все ракообразные	2,2	1,4	25,0	21,4	<0,1	68,5	—	8,44	31,9	0,1	1,1
Хирономус личинки	0,5	23,7	—	1,9	—	8,6	—	55,0	29,0	2,6	53,5
Хирономус куколки и имаго	—	—	—	—	—	—	—	2,9	1,0	0,1	—
Прокладиус	—	0,3	—	1,4	—	0,5	—	20,3	6,4	0,1	32,3
Прочие хирономиды	—	1,8	—	2,0	—	0,8	1,2	3,21	0,8	0,1	11,3
Все хирономиды	0,5	25,8	—	5,3	—	9,9	1,2	81,4	37,2	2,9	97,1
Ручейники	2,1	—	10,9	0,4	—	—	—	1,8	2,9	0,03	1,8
Прочие	2,6	—	64,1	—	—	—	—	—	0,1	—	—
Фитобентос	74,7	23,7	—	—	44,9	—	—	—	—	76,4	—
Всего	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Количество рыб	104	25	8	65	10	16	2	185	100	59	4
Вес рыб в г	151,1	1367,6	176,2	359,8	268,1	460,9	4350,0	323,8	618,6	200,6	293,0
Длина (l) в см	18,0	37,5	22,4	24,6	23,8	28,0	67,0	22,3	28,25	20,2	24,2
Вес пищи в г	1,08	6,15	0,28	2,26	6,61	7,96	79,5	2,80	8,20	4,42	1,03
Индекс наполнения в проц. десимиллях	71,4	44,9	15,9	62,8	246,5	172,7	182,9	86,1	132,5	220,3	35,2

Кормовые организмы	Открытое море														
	биоценоз дрейссены—адакны							биоценоз хирономуса—дрейссены—адакны							
	лещ	вобла	сазан	чехонь	шип	усач	бело- глазка	лещ	вобла	сазан	чехонь	усач	шип	белоглазка	шемая
Адакна	0,2	8,1	2,5	—	0,80	70,0	5,6	<0,1	—	12,5	—	82,9	51,2	—	—
Дрейссена	5,2	68,0	43,9	—	3,20	—	1,9	0,2	83,9	12,5	0,4	3,8	2,8	—	—
Прочие моллюски	2,2	0,5	14,4	—	0,4	15,0	0,1	<0,5	1,9	12,8	0,5	1,8	2,4	0,1	—
Все моллюски	7,6	76,6	60,8	—	4,40	85,0	7,6	0,7	85,8	37,8	0,9	88,5	56,4	0,1	—
Бокоплав	11,0	—	3,7	68,7	11,60	—	51,0	4,8	0,4	—	5,2	1,7	1,3	1,4	—
Остракоды	13,8	2,1	20,6	0,5	—	—	10,0	1,6	<0,1	2,7	<0,1	<0,1	—	1,8	—
Все ракообразные	24,8	2,1	24,3	69,2	11,60	—	61,0	6,4	0,4	2,7	5,2	1,7	1,3	3,2	—
Хирономус личинки	33,0	0,2	1,1	24,9	21,0	—	17,9	76,2	0,9	58,1	86,2	0,1	39,1	94,0	—
Хирономус куколки и има- го	0,9	—	0,9	4,2	—	—	—	<0,1	—	—	0,5	—	0,5	0,5	97,6
Прокладиус	11,6	—	7,3	0,5	—	—	6,1	10,5	—	0,2	2,2	—	—	1,1	—
Прочие хирономиды	2,6	—	3,3	0,7	—	—	2,4	0,3	—	—	—	—	—	—	—
Все хирономиды	48,1	0,2	12,6	30,3	21,0	—	26,4	87,0	0,9	58,3	88,9	0,1	39,6	95,6	97,6
Ручейники	19,5	1,1	2,3	0,5	63,0	—	5,0	5,9	3,1	1,2	5,0	9,6	2,7	1,1	0,2
Прочие	—	—	—	—	—	15,0	—	—	—	—	—	—	—	—	2,2
Фитобентос	—	20,0	—	—	—	—	—	—	9,8	—	—	—	—	—	—
Всего	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Количество рыб	168	50	46	4	1	1	7	194	13	4	31	6	1	14	8
Вес рыб в г	447,2	270,6	688,6	230,0	1800,0	970,0	180,0	420,3	100,7	2125,0	212,5	2210,0	15670,0	256,6	165,7
Длина (l) в см	26,6	22,0	43,1	28,5	60	45,0	21,8	25,9	15,2	43,3	28,5	54,6	—	23,4	22,5
Вес пищи в г	2,29	5,34	9,26	1,08	42,63	13,75	1,42	2,03	0,86	20,1	0,91	67,7	250,0	2,31	0,65
Индекс наполнения в про- децимиллях	51,2	197,3	134,5	46,9	236,8	141,7	78,9	48,3	85,4	94,5	42,8	306,3	159,5	90,0	39,2

Если к этому прибавить белоглазку, чехонь, шипа и учесть, что и хищные рыбы (судак, щука, сом) косвенным образом также выкармливаются за счет бентоса, так как поедают рыб, питающихся бентосом (вобла, чехонь, сазан), то приходится признать, что современная рыбная продукция Аральского моря почти целиком формируется за счет продукции бентоса. При этом, как следует из анализов Панкратовой [32], Г. В. Никольского [27] и наших (см. табл. 7), усач и вобла являются преимущественно потребителями моллюсков, причем в пище воблы, особенно в прибрежных районах (биоценозы зарослей с дрейссеной и биоценозы адакны), значительную долю составляют растения. Лещ, сазан и шип потребляют как моллюсков, так и ракообразных и личинок насекомых. Пища белоглазки, чехони и шемаи состоит главным образом из ракообразных и различных стадий насекомых (главным образом хирономид).

Степень использования рыбами отдельных видов кормовых организмов и донных биоценозов, свойственных различным районам моря, обусловлена в первую очередь, очевидно, степенью концентрации рыб на различных биотопах, длительностью их откорма и интенсивностью питания.

Не располагая исчерпывающими данными по этим показателям, мы можем привести лишь некоторые ориентировочные расчеты, которые помогут приблизительно оценить степень использования рыбами кормовых организмов бентоса.

В табл. 8 приведены данные, полученные при помощи 9-метрового исследовательского трала, обловы которым проводились одновременно со сбором бентоса. Эти данные показывают, что весной наибольшее количество рыбы кормится в прибрежных районах (в биоценозах адакны, зостеры—дрейссены и хирономуса в Аджибайском заливе). Летом количество рыбы в этих районах уменьшается, так как бентофаги отходят на нагул в более глубокие части моря и осенью (в октябре) наибольшее количество леща мы обнаруживаем на илах открытой части моря в области биоценоза хирономуса — дрейссены—адакны. Сазан и вобла кормятся в течение всего вегетационного периода главным образом в районах прибрежных биоценозов и в биоценозе дрейссены—адакны.

Таким образом весной и в первую половину лета, когда рыбы кормятся в относительно мелководных прибрежных районах моря, состав пищи леща, сазана и воблы сходен и откорм происходит, как показывают данные табл. 8, за счет моллюсков, ракообразных и растений. Во вторую половину лета в ареалах нагула и составе пищи этих рыб наблюдается расхождение. Вобла и сазан, сохраняя прежний состав пищи, продолжают, в основной массе, питаться в пределах прибрежных биоценозов и биоценозе дрейссены—адакны, т. е. в районах с относительно плотными грунтами и более прогретых; лещ проникает в центральную часть моря, где питается в биоценозе хирономуса — дрейссены—адакны личинками хирономид. Личинок хирономид потребляют здесь также белоглазка, шемай, чехонь и частично шип. Вобла и сазан встречаются здесь в небольшом количестве. Вобла потребляет моллюсков, сазан—и моллюсков, и хирономид. Моллюсками питаются также усач и шип.

Эти наблюдения в значительной степени совпадают с теми схемами распределения рыб для различных месяцев года, которые приводит в своей монографии по рыбам Аральского моря Г. В. Никольский [27]. Если считать, что наши исследовательские ловы в какой-то степени отражают общую картину распределения всего стада данного вида рыбы, то, пользуясь этими данными и принимая во внимание площади биоценозов и общий годовой улов рыбы данного вида, можно получить некоторые средние показатели. Они будут характеризовать распреде-

Таблица 8

**Уловы рыб в различных биоценозах Аральского моря
(средние данные в кг/час траления)**

Районы и биоценозы	Весна					Лето				
	лещ	вобла	сазан	прочие	всего	лещ	вобла	сазан	прочие	всего
Прибрежные районы										
Зостеры с дрейссеной	8,40	0,40	1,40	1,15	11,35	0,80	0,15	0,60	0,62	2,17
Адакны										
Хирономуса Аджибайского залива	14,40	0,25	3,20	1,05	18,90	1,90	0,18	7,85	1,32	11,25
Открытое море										
Дрейссены—адакны на песках и алевроитах	0,77	0,44	3,42	0,05	4,68	0,77	0,03	0,31	0,13	1,24
Хирономуса—дрейссены—адакны на илах открытой части моря	1,51	—	0,07	0,09	1,67	1,19	0,02	0,07	0,96	2,24

Продолжение

Районы и биоценозы	Осень					Среднее для всего вегетационного периода				
	лещ	вобла	сазан	прочие	всего	лещ	вобла	сазан	прочие	всего
Прибрежные районы										
Зостеры с дрейссеной	1,60	0,50	0,46	1,01	3,57	3,24	0,29	0,81	0,85	5,19
Адакны										
Хирономуса Аджибайского залива	2,70	0,27	0,76	1,05	4,74	5,81	0,22	5,03	1,18	12,24
Открытое море										
Дрейссены—адакны на песках и алевроитах	2,62	0,16	0,45	0,58	3,81	1,14	0,18	1,27	0,20	2,79
Хирономуса—дрейссены—адакны на илах открытой части моря	9,78	0,22	0,09	0,29	10,38	3,00	0,05	0,07	0,56	3,68

Таблица 9

Распределение общего улова бентосоядных рыб по районам и биоценозам
(по данным за 1954—1957 гг.)

Рыбы	Биоценозы прибрежных районов				Открытое море		Общий улов
	зоостеры с дрейссеной	адакны	хирино-муса	всего	дрейссены—адакны	хирино-муса—дрейссены—адакны	
Лещ							
в тыс. ц	14,7	30,0	3,7	48,4	12,0	81,0	141,4
в %	10,4	21,2	2,6	34,2	8,5	57,3	100,0
Вобля							
в тыс. ц	10,4	21,0	1,1	32,5	15,0	10,6	58,1
в %	17,9	36,0	1,9	55,8	25,9	18,3	100,0
Сазан							
в тыс. ц	10,4	21,2	9,0	40,6	38,1	5,6	84,3
в %	12,3	25,2	10,7	48,2	45,2	6,6	100,0
Шемая							
в тыс. ц	2,4	4,9	0,5	7,8	1,3	9,4	18,5
в %	13,0	26,5	2,7	42,2	7,0	50,8	100,0
Усач							
в тыс. ц	1,0	2,1	0,2	3,3	0,5	3,9	7,7
в %	13,0	27,3	2,6	42,9	6,5	50,6	100,0
Мелкий частик							
в тыс. ц	5,0	10,3	1,0	16,3	2,7	19,6	38,6
в %	13,0	26,6	2,6	42,2	7,0	50,8	100,0
Всего							
в тыс. ц	42,6	90,3	15,4	148,3	69,5	130,8	348,6
в %	12,2	25,9	4,4	42,5	20,0	37,5	100,0

ление рыб на нагульных площадях в течение вегетационного периода и степень их концентрации в отдельных районах.

Для этого мы вычислили среднюю для всего вегетационного периода величину улова различных видов рыб в пределах разных биоценозов (см. табл. 8). Величину улова умножали на соответствующие площади биоценозов и выражали в процентах от суммы этих произведений. Таким образом мы определяли, какая часть стада (в %) данного вида рыбы нагуливалась в пределах того или другого биоценоза. Затем общий годовой улов отдельных видов рыб распределяли соответственно этим процентам по различным биоценозам и, таким образом, выражали в весовых показателях (тыс. ц) нагрузку на кормовую базу отдельных районов моря.

Полученные таким образом данные (табл. 9) показывают, что 42% бентофагов выкармливается в прибрежных районах, около 37% нагуливается в относительно более глубоководной открытой части моря в области распространения биоценоза хирино-муса—дрейссены—адакны и 20% в промежуточной зоне в биоценозе дрейссены—адакны. При этом более 90% стада сазана откармливается в прибрежных биоценозах и биоценозе дрейссены—адакны, здесь же кормится около 80% воблы, около 50% прочих рыб и около 40% леща.

На илах открытой части моря в пределах биоценоза хирономуса — дрейссены — адакны откармливается около 60% леща, 20% воблы, небольшое количество сазана (менее 10%) и около 50% прочих рыб.

Данные по использованию рыбами основных компонентов бентоса (моллюски, бокоплавы, хирономиды) приведены в табл. 10.

В первой строке табл. 10 на основе данных по распределению улова по биоценозам (см. табл. 9) и составу пищи рыб в этих биоценозах (см. табл. 7) подсчитана продукция (улов) рыбы, образующаяся за счет основных групп бентоса.

Из всего количества кормовых организмов, потребляемых всеми рыбами, около 85% моллюсков и гаммарид потребляется в пределах прибрежных биоценозов и биоценоза дрейссены — адакны. Наоборот, основная масса хирономид (более 75%) потребляется в пределах биоценоза хирономуса — дрейссены — адакны.

Используя представленные в табл. 10 (строка 1) величины уловов и принимая, согласно литературным данным [18, 23], что кормовой коэффициент при питании моллюсками равен 30, бокоплавами 12, а хирономидами 10, подсчитали общее количество корма, потребляемое всеми рыбами, общий годовой прирост всего стада которых учитывается как улов. Учитывая потребление мирных рыб хищниками (годовой улов хищных рыб в Аральском море в 1954—1957 гг. был равен 37,4 тыс. ц, кормовой коэффициент принимается по Карпевич [18] равным 7), потребление рыб водоплавающей птицы, неучтенный улов, используемый местным населением и естественную смертность рыбы, можно считать, что приведенные в табл. 10 (строка 3) величины потребления корма должны быть удвоены.

Таким образом, получаем (строка 4) количество корма, пошедшее на производство годовой продукции рыбы. Сопоставляя эти величины с величиной биомассы бентоса, мы можем получить некоторое ориентировочное суждение о степени использования отдельных групп кормовых организмов и нагульных площадей. Эти сопоставления показывают, что наиболее интенсивно используются рыбами кормовые организмы прибрежных биоценозов, наименее интенсивно в биоценозе хирономуса — дрейссены — адакны — открытых частей моря (см. строку 6, табл. 10). Это заключение согласуется с теми выводами, которые сделаны на основании анализа сезонной динамики кормовых организмов в различных биоценозах. В целом для всего моря потребление моллюсков составляет 0,7 (70%), бокоплавов 7,5 (750%) и хирономид 0,6 (60%) от их запаса (биомассы).

Расчеты потребления корма рыбами были сделаны нами и несколько иным способом. Было высчитано суточное потребление отдельных видов кормовых организмов всеми рыбами по фактическому количеству пищи в кишечниках разных видов рыб. При этом приняли, что суточный рацион при питании моллюсками составляет 6% [30], а при питании прочими организмами — 2,5% [23] от веса тела рыб, а годовой улов рыб составляет 50% их запаса. Полученные величины умножали на длительность всего периода наиболее интенсивного откорма и относили к исходной (весенней) биомассе. При этом способе расчета оказалось, что коэффициент использования моллюсков (дрейссены и адакны) равен 36%, хирономуса 20%, бокоплава — 400%. Так как при первом способе расчета принимались высокие кормовые коэффициенты, то можно думать, что величины потребления кормовых организмов несколько завышены. Во втором случае они, вероятно, несколько ниже, так как учитывалось потребление корма только промысловой частью стада. Вероятно, действительные коэффициенты использования лежат где-то между этими крайними величинами.

По нашим расчетам Р/В коэффициент для адакны равен 1, для дрейссены 1,7. При таких коэффициентах оборачиваемости использо-

Использование основных кормовых организмов бентоса Аральского моря рыбами

Показатели	Прибрежные биоценозы зоостеры с дрейссеной, алакны, хирономуса			Биоценозы открытой части моря						Все море		
				дрейссены—алакны на песках и алевритах			хирономуса—дрейссены—алакны на илах					
	моллюски	бокоплавы	хирономиды	моллюски	бокоплавы	хирономиды	моллюски	бокоплавы	хирономиды	моллюски	бокоплавы	хирономиды
Продукция (улов) рыбы, образующаяся за счет основных групп бентоса												
в тыс. ц	62,7	19,5	18,8	36,1	4,5	11,7	15,4	4,6	101,4	114,2	28,6	131,9
в %	54,9	68,2	14,2	31,6	15,7	9,0	13,5	16,1	76,8	100,0	100,0	100,0
Потребление корма (в тыс. ц) на производство продукции (улова) рыбы, при кормовом коэффициенте моллюсков 30, бокоплавов—12, хирономид—10 . .	1881,0	234,0	188,0	1083,0	54,0	117,0	462,0	55,2	1014,0	3444,0	343,2	1319,0
Потребление корма (в тыс. ц) на производство продукции рыбы, если считать улов равным 50% годовой продукции рыбы	3762,0	468,0	376,0	2166,0	108,0	234,0	924,0	110,4	2028,0	6888,0	686,4	2638,0
Запас (биомасса) бентоса в тыс. ц	1538,5	25,5	115,0	3503,6	30,0	66,2	4800,0	35,1	4337,1	9842,1	90,9	4518,3
Отношение потребления бентоса к его запасу (биомассе)	2,4	18,3	3,3	0,6	3,6	3,5	0,2	3,1	0,5	0,7	7,5	0,6

Примечание. При расчетах не приняты во внимание биоценозы, почти не используемые рыбой—биоценоз толпеллы с дрейссеной и вошерии.

вание биомассы многолетних форм на 40—70% должно быть признано достаточно высоким.

В прибрежных районах, ограниченных 10-метровой изобатой, использование моллюсков рыбами наиболее интенсивно и составляет 200—300% биомассы. Популяции дрейссены и адакны представлены здесь главным образом сеголетками и небольшим количеством двухлеток. Некоторый, более или менее из года в год постоянный уровень биомассы и плотности населения поддерживается здесь, вероятно, за счет старших возрастных групп этих моллюсков в других более глубоких районах моря, где выедание их менее интенсивно.

Для дикерогаммаруса мы не смогли, даже ориентировочно, подсчитать величину Р/В. В таком высокопродуктивном водоеме, как Азовское море, Р/В коэффициент для понтогаммаруса равен 13 [12], а в некоторых относительно малопродуктивных водоемах Сибири этот коэффициент для понтопореи близок к 3 [15]. Если принять, что Р/В коэффициент дикерогаммаруса Аральского моря колеблется в пределах 3—13, то при отношении потребления к биомассе, равном 4—7,5, использование продукции этого вида в Аральском море следует считать высоким.

По нашим ориентировочным подсчетам Р/В коэффициент для личинок хирономуса за период май—октябрь близок к 1. Потребление рыбами составляет 60%; таким образом, около 40% продукции теряется в виде имаго, вылетающих из водоема. Имеющиеся в литературе данные [7] показывают, что при уменьшении численности личинок в водоеме до начала вылета на 50—60% и при численности вылетающих из водоема имаго в количестве около 15% от числа личинок перед вылетом воспроизводство этого вида осуществляется нормально.

Учитывая, что форма эта имеет годичный жизненный цикл и способна к быстрому восстановлению численности, можно думать, что использование продукции этого вида в Аральском море могло бы быть более интенсивным. Последнее возможно при увеличении численности таких бентофагов, как лещ, белоглазка, шип, запасы которых ограничиваются условиями размножения и выживания ранних стадий и, в частности, низкой кормностью нерестовых водоемов [2]. Как выяснилось, на основании изучения сезонной динамики бентоса Аральского моря, кормовые организмы донных биоценозов в южной половине моря используются более интенсивно, чем в северной. Конечно, прогрев придонных слоев воды оказывает определенное влияние на распределение бентофагов Аральского моря на нагульных площадях [44], обуславливая относительно большее их количество в более прогретых частях водоема. Однако следует заметить, что весной (май) 1957 г. на илистых грунтах южной половины моря на глубинах до 22 м при температуре 7—10° исследовательский трал постоянно приносил рыб (главным образом леща и белоглазку), которые интенсивно здесь питались. На этих же биотопах и при этой же температуре весной 1956 г. в северной части моря откармливающаяся рыба не обнаружена. Эти и аналогичные факты позволяют думать, что более интенсивное использование бентоса в южной части моря обусловлено прежде всего большей численностью южных стад и в первую очередь леща. Следовательно, повышение интенсивности использования кормовых площадей может быть достигнуто прежде всего увеличением численности бентофагов — потребителей хирономид и моллюсков.

Увеличения численности бентофагов можно достигнуть, с одной стороны, улучшением условий размножения существующих видов аральских рыб и с другой — путем вселения в этот водоем новых видов — бентофагов.

Для характеристики продукционных свойств кормовой базы необходимо располагать данными не только по биомассе, но и по продук-

ции, так как последняя дает возможность судить об интенсивности воспроизводства кормовых организмов.

Располагая данными по сезонной динамике биомассы, численности и возрастного (размерного) состава основных организмов зообентоса Аральского моря, мы попытались путем учета веса особей нового поколения, определения прироста выживших и погибших от различных причин особей, подсчитать их продукцию за период с мая по октябрь.

Для расчетов применялась формула, предложенная М. Я. Кирпиченко [21]. При этом мы учитывали, что полученные величины носят приближенный и ориентировочный характер, так как промежутки между отдельными сроками наблюдений были слишком велики (2 и 3 месяца). Эти расчеты показали, что средний коэффициент P/V (отношение продукции за период май—октябрь к весенней биомассе) для дрейссены равен 1,7, для адакны—1, хирономуса—1,2. Если принять во внимание соотношения этих трех форм в бентосе, то средний коэффициент P/V составит около 1,5. Так как в осенне-зимний (после октября) и ранневесенний период (до мая) имеется также какой-то (менее значительный) прирост веса организмов, то сугубо ориентировочно можно принять минимальный P/V коэффициент для бентоса Аральского моря равным 2.

Более низкие, чем в Азовском море и Северном Каспии, показатели P/V для планктона и бентоса Аральского моря обусловлены как низкой первичной кормностью этого водоема, так и спецификой его температурного режима.

Так, например, по наблюдениям 1956 и 1957 гг. весной (в мае) температура придонной воды на большинстве станций с глубинами более 20 м не превышала 12° и колебалась в большинстве случаев в пределах 8—9°.

В августе в зоне этих же глубин она поднялась до 10—13° в северной и центральной частях моря и до 13—16° на юге. Только к осени (в

Таблица 11

Сравнение биомассы и продукции планктона и бентоса и уловов рыб в Аральском, Азовском и Каспийском (северная часть) морях

Водоемы	Зоопланктон						Зообентос						Рыбы	
	в г азота на 1 м³						в тысячах тонн азота на все море							
	биомасса	продукция	биомасса	продукция	планкто-фаги	бентофаги	биомасса	продукция	биомасса	продукция	планкто-фаги	бентофаги		
Азовское море	0,008	0,24	1,23	4,92	0,087	0,086	2,0	60,0	46,7	186,8	3,30	3,27		
Северный Каспий	0,003	0,09	0,17	0,68	—	0,089	1,5	45,0	15,9	63,6	—	8,71		
Аральское море	0,001	0,004	0,20	0,40	—	0,016	1,3	5,2	12,8	25,6	—	1,06		

Примечание. Для Азовского моря по биомассе зоопланктона в период до зарегулирования Дона приняты расчеты В. Г. Даско [16]. По составу и весенней биомассе зообентоса приняты данные В. П. Воробьева. P/V коэффициент для бентоса принят равным 4 [8,12], для планктона—30 [8, 16, 30].

Для Северного Каспия по планктону приняты данные Л. А. Лесникова и Р. П. Матвеевой [24], по бентосу—данные Я. А. Бирштейна и Н. П. Спасского [4] за 1935—1949 гг. и Л. Г. Виноградова [11] за 1950—1953 гг. P/V коэффициенты для бентоса и планктона те же, что и для Азовского моря [40].

Для Аральского моря по планктону приняты данные Н. К. Лукониной [25], по бентосу использованы наши данные. P/V коэффициент для планктона принят равным 4, для бентоса—2.

Уловы рыб показаны для Азовского моря за период 1932—1940 гг., для Северного Каспия—1931—1955 гг., для Аральского моря—1954—1957 гг.

октябре) температура придонных слоев воды поднялась на севере до 16°, а на юге до 16—22°.

В то же время известно, что в Азовском море [36] уже в конце мая — начале июня температура придонной воды повышается до 18°, а в июле — августе и первой половине сентября достигает 23—26°, лишь в конце октября — ноябре она снижается до 12—13°. Аналогичная картина наблюдается и в мелководном Северном Каспии [13], где вследствие постоянного перемешивания водных масс придонная температура редко значительно отличается от поверхностной.

Высокая температура воды в течение большей части вегетационного периода и обильная продукция первичного органического вещества в Азовском море и Северном Каспии и обеспечивают высокий темп роста и размножения организмов в этих морях.

Полученные величины биомассы и продукции планктона и бентоса Аральского моря мы сопоставили с аналогичными данными для Азовского моря и Северного Каспия (табл. 11). Для сравнимости материалов, полученных из разных водоемов, величины биомассы планктона, бентоса и уловов рыб выражены в азоте. При этом принято, что сухое вещество в зоопланктоне составляет 10%, а содержание азота в сухом веществе 20% [16]. Для расчетов по бентосу использованы данные А. П. Виноградова [10], Е. Н. Боковой [6] и Е. А. Яблонской [42, 43].

Содержание сухого вещества и азота (в %) в организмах зообентоса принято следующее:

Организмы	Сухое вещество	Азот в сухом веществе
Дрейссена	48,2	1,6
Адакна	37,6	2,8
Прочие моллюски	32,5	1,6
Ракообразные	23,0	8,6
Черви	18,0	8,3
Хирономиды	13,0	8,4
Ручейники	19,4	8,3

Данные, приведенные в табл. 11, показывают, что валовой запас (биомасса) зоопланктона в Аральском море вследствие относительно большого объема моря близок к величине, полученной для Северного Каспия, и менее чем в два раза уступает Азовскому морю. Однако по концентрации планктона в единице объема и его продукции Аральское море значительно уступает как Азовскому морю (в 60 раз), так и Северному Каспию (в 22 раза). Несколько иные соотношения получаются для бентоса. Концентрация бентоса на единице площади Северного Каспия и Аральского моря в 6—7 раз меньше, чем в Азовском море. Показатели биомассы бентоса Аральского моря и Северного Каспия практически одинаковы (по азоту 0,17 и 0,20 г/м², по сырому весу — 21,3 и 22,2 г/м²), а продукция бентоса с единицы площади в Аральском море только в 1,7 раза меньше, чем в Северном Каспии.

Отсюда следует, что отмечавшиеся неблагоприятные особенности биогенного питания Аральского моря в основном отрицательно сказываются на развитии кормовых организмов, живущих в толще воды (планктон). Организмы бентоса, видимо, значительно лучше, чем планктонические организмы, обеспечены в Аральском море пищей, что согласуется с высказанными выше соображениями об источниках и круговороте органических веществ в этом водоеме.

Наконец, весьма интересны сопоставления по продукции (уловам) рыб. При биомассе и продукции бентоса в Северном Каспии в 7 раз более низкой, чем в Азовском море, улов бентосоядных рыб с единицы площади практически одинаков, что хорошо иллюстрирует отмеченный А. А. Шорыгиным и А. Ф. Карпевич [40] факт более интенсивного использования бентоса в Северном Каспии по сравнению с Азовским морем.

Напротив, при одинаковой биомассе бентоса в Северном Каспии и Аральском море рыбопродуктивность единицы площади Аральского моря оказывается в 5 раз ниже, хотя весь бентос Аральского моря является кормовым. Последнее объясняется, во-первых, более низкой продукцией бентоса, но главным образом, как отмечают все авторы [2, 3, 28, 29], недостаточной, по сравнению с запасами корма, численностью рыб, которая лимитируется в Аральском море условиями размножения.

Как отмечает Морозова П. Н. [26], по темпу роста и жирности аральский лещ имеет показатели, близкие к максимальным величинам для вида, и обладает высокой пищевой ценностью. Для иллюстрации приведем данные, заимствованные из работы Т. Ф. Дементьевой (табл. 12), которые показывают, что по росту аральский лещ близок к каспийскому и уступает несколько азовскому. Следует, однако, отметить, что в 1956—1957 гг., когда наблюдалось сокращение ареала нагула азовского леща и вследствие этого ухудшение кормовой обеспеченности, показатели роста азовского леща, судя по данным Тимофеева, были близки к величинам для аральского и каспийского леща (длина четырехлеток — 28,3 см, пятилеток — 30,4 см).

Таблица 12

Рост леща и биомасса бентоса в южных морях (по данным за 1940 г.)¹

Водоемы	Показатели						Биомасса бентоса в г/м²
	длина тела (в см) по возрастам						
	3	4	5	6	7	8	
Аральское море	24,8	26,7	30,9	33,1	35,3	—	12
Северный Каспий	25,0	28,1	30,5	33,3	35,4	—	15
Азовское море]	25,5	29,0	33,4	36,7	38,8	40,0	320

¹ Составлена по Дементьевой [17], Воробьеву [12], Бирштейну и Спасскому [4], Куличенко [29].

Относительно незначительные колебания темпа роста, высокие показатели упитанности и жирности основных промысловых рыб Аральского моря свидетельствуют, по мнению Г. В. Никольского и П. Н. Морозовой [28], о благополучном состоянии их кормовой базы. Эти высказывания Г. В. Никольского вполне подтверждаются сравнительным анализом показателей кормности и рыбопродуктивности (см. табл. 11).

Таким образом, повышение рыбопродуктивности Аральского моря может осуществляться как за счет мероприятий, улучшающих размножение существующих видов рыб (мелиорация нерестилищ, рыборазведение), так и за счет вселения новых потребителей, главным образом бентосного корма.

При проектировании нерестово-выростных хозяйств для выращивания молоди полупроходных рыб Аральского моря необходимо предусмотреть такое направление биотехнического процесса, которое обеспечило бы преимущественный выпуск молоди леща, так как лещ осваивает в море наиболее широкий нагульный ареал и может лучше, чем сазан, использовать запасы корма.

ИЗМЕНЕНИЕ КОРМОВОЙ БАЗЫ АРАЛЬСКОГО МОРЯ ПРИ ИЗЪЯТИИ РЕЧНОГО СТОКА

Интенсивное ирригационное строительство в бассейнах рек Аму-Дарьи и Сыр-Дарьи связано с изъятием части вод речного стока на орошение. Уменьшение величины речного стока в Аральском море

приведет к падению его уровня, сокращению площади и объема и повышению солености воды.

Гидрологические расчеты показывают [5], что при ежегодном изъятии из речного стока 10 км^3 в течение 20 лет уровень упадет на 2 м, площадь моря уменьшится на 10%, объем на 14%, и средняя соленость возрастет до 11,68 ‰. При последующем ежегодном изъятии этого же количества воды из речного стока через 60 лет установится новое равновесие между уровнем моря и речным стоком. К этому времени Аральское море примет очертания, определяемые примерно контурами 5-метровой изобаты, площадь его уменьшится на 18%, объем на 33%, а соленость повысится до 13,6‰. При ежегодном изъятии 20 км^3 воды из речного стока процессы понижения уровня и осолонения пойдут быстрее, и через 20 лет уровень упадет на 5 м, соленость поднимется до 14‰, объем моря уменьшится приблизительно на 30%, а площадь сократится на 19%. Новое положение равновесия установится примерно через 100 лет; к этому времени уровень упадет на 12 м, соленость повысится до 24‰, объем моря уменьшится на 59%, а площадь сократится почти на 38%.

Решающим фактором для качественного состава фауны моря будет изменение солености.

По данным А. Ф. Карпевич [19, 20] и Н. З. Хусаиновой [38], могут быть приняты следующие границы солености, благоприятные для выживания наиболее массовых видов беспозвоночных и рыб Аральского моря (см. табл. 13). Приведенные данные позволяют заключить, что при изъятии 10 км^3 воды в первые 20 лет в составе фауны Аральского моря заметных изменений, вызванных повышением средней солености до 11,7‰, не произойдет. Однако при дальнейшем изъятии этого же количества воды появится тенденция ухудшения условий обитания для

Таблица 13

Отношение массовых видов аральских беспозвоночных и рыб к солености (по данным А. Ф. Карпевич [20], Н. З. Хусаиновой [38])

В и д ы	Границы солености (в ‰), благоприятные для выживания беспозвоночных и рыб
Ракообразные	
<i>Diaptomus salinus</i>	0—50
<i>Dikerogammarus aralensis</i>	5—25
Моллюски	
<i>Dreissena polymorpha</i>	0—12
<i>Dreissena polymorpha</i> var. <i>aralensis</i>	2—17,6
<i>Dreissena caspia</i>	2—20
<i>Adacna minima</i>	5—15,6
<i>Hydrobia ventrosa</i>	До 30
<i>Cardium edule</i>	5—47,5
Личинки насекомых	
<i>Chironomidae</i>	0—16
Рыбы	
Вобла молодь	0—15
Лещ молодь	0—13

некоторых кормовых беспозвоночных (дрейссена, адакна) и рыб (лещ, вероятно, сазан). Через 60 лет при повышении средней солености Аральского моря до 13,6‰ нагульные площади леща, сазана и воблы сократятся. При изъятии 20 км³ и более в быстром темпе возрастания солености Аральского моря уже через 20 лет начнет сказываться ухудшение условий обитания для некоторых кормовых беспозвоночных (адакна, дрейссена) и рыб (лещ, сазан, вобла). В дальнейшем при повышении солености до 24‰ многие виды из фауны беспозвоночных современного Аральского моря (за исключением кардиума, гидробии, диаптомуса и бокоплава) потеряют свое кормовое, а полупроходные карповые рыбы промысловое значение.

Поскольку во всех случаях изъятия речного стока ожидается повышение солености, возникает необходимость заселения Аральского моря соленолобными кормовыми беспозвоночными и рыбами, в первую очередь из состава фауны Каспийского и Азовского морей.

При проектировании мероприятий по акклиматизации и искусственному рыборазведению необходимо предусмотреть развитие осетроводства в бассейне Аральского моря, так как осетровые, выносящие более высокую соленость, при сокращении масштабов воспроизводства карповых могут занять господствующее положение в промысле.

Продукция кормовых организмов при возможном осолонении Аральского моря, как и теперь, будет определяться величиной стока биогенных элементов и интенсивностью их оборачиваемости в море. Предполагается [5, 9], что при достижении нового состояния водно-солевого равновесия в условиях уменьшенного речного стока «удельное» биогенное питание Аральского моря не изменится по сравнению с современным. Имеются соображения [5], что оно возможно даже улучшится вследствие возрастания в будущем отношения речного стока к объему моря, увеличения концентрации биогенных элементов в сбросных ирригационных водах и уменьшения поглощения биогенных элементов в дельтах рек, в связи с сокращением разливов. Отсюда делаются заключения [9], что продукция первичного органического вещества (фитопланктона) сохранится на современном уровне, а общая его продукция во всем Аральском море сократится пропорционально площади моря.

Однако все эти соображения относятся к состоянию нового равновесия, т. е. к периоду, который наступит через 60—100 лет. В начальный же период сокращения речного стока вследствие изъятия его на ирригацию будет проявляться та же тенденция уменьшения продукции кормовых организмов с единицы объема и площади, какую мы наблюдаем [25, 46] в условиях естественной маловодности.

В связи с этим общие запасы корма для рыб и его концентрация будут уменьшаться. По наблюдениям Лукониной Н. К. [25], в маловодном 1957 г. (годовой сток 1957 г. был почти на 22 км³ меньше среднего многолетнего) летняя биомасса зоопланктона на 23% была меньше ее величины в 1956 г., который по стоку был близок к средневодному. Средним по водности годам, как показывают исследования [25, 29, 46], соответствует биомасса бентоса около 22 г/м². При уменьшении величины стока рек на 15—20 км³ биомасса бентоса снижалась до 12—16 г на 1 м², т. е. почти на 40%. Вероятно, в первый период изъятия стока этот процесс уменьшения продукции кормовых организмов с единицы площади моря будет иметь преобладающее значение, поскольку сокращение площади и объема по отношению к сокращению объема стока моря будет незначительным. В дальнейшем в связи с возможным улучшением биогенного питания моря общая продукция кормовых организмов планктона и бентоса будет уменьшаться в основном пропорционально уменьшению площади и объема моря. Если же предполагаемого улучшения биогенного питания моря не произойдет, то общие по-

тери кормовой базы за счет уменьшения продукции с единицы площади усилятся общим сокращением размеров водоема, которое, как указывалось выше, при изъятии 20 км^3 уже через 20 лет будет значительным (объем уменьшится на 30%, а площадь сократится на 19%).

В первом случае (при сохранении современного уровня продуцирования кормовых организмов с единицы площади) общие запасы планктона и бентоса сократятся через 20 лет при ежегодном изъятии из стока 20 км^3 на 14—16%.

Во втором случае это падение будет более значительным и запасы бентоса сократятся примерно на 50, а планктона — на 30%.

В обоих случаях наряду с падением уровня будет происходить повышение солености и некоторые районы моря (главным образом вдоль восточного побережья) потеряют свое значение как нагульные площади полупроходных. Ориентировочно по картам, приводимым Л. К. Блиновым [5], можно подсчитать, что эта потеря составит около 9—11% от будущей площади моря.

При этом мы приняли, что для аральского леща и, вероятно, сазана предельной соленостью будет соленость около 15‰, что по содержанию хлора соответствует каспийской воде соленостью около 13‰ и азовской воде соленостью около 10‰.

Таким образом общие потери кормовой базы бентосоядных рыб при ежегодном изъятии 20 км^3 в течение 20 лет могут составить до 60% от современного уровня. Действительная величина потерь будет определяться климатическими условиями, которые внесут коррективы в процессы падения уровня и осолонения моря. С другой стороны это будет зависеть от изменения баланса биогенных элементов, о чем при настоящем состоянии знаний по этому вопросу судить трудно.

При ежегодном изъятии 10 км^3 в течение 20 лет потери нагульных площадей вследствие падения уровня моря будут незначительными (около 10%), а соленость еще не достигнет значений предельных для кормовых организмов и полупроходных рыб. Некоторое уменьшение биомассы вследствие сокращения подачи биогенных элементов речным стоком возможно, однако оно может быть компенсировано более полным использованием нагульных площадей открытой части моря (особенно в северной половине моря).

Таким образом в этих условиях кормовая база может обеспечить воспроизводство рыб на современном уровне.

ВЫВОДЫ

1. Бедность речных вод, питающих Аральское море биогенными веществами, особенно солями фосфора, и отсутствие интенсивного обмена между грунтом и водой вследствие отчетливо выраженной стратификации водных масс в вегетационный период обуславливают относительно низкую интенсивность биологических процессов в толще воды.

Относительно большее значение, чем в других южных морях, имеет в Аральском море такой источник первичного органического вещества, как фитобентос, обогащающий питательным материалом, главным образом, донные отложения.

2. Зоопланктон Аральского моря по качественному составу однообразен, общие его запасы (в пересчете на весь объем моря) близки к величинам, полученным для Северного Каспия, и менее чем в 2 раза уступают Азовскому морю. Но по концентрации планктона в единице объема и по его продукции Аральское море значительно уступает как Азовскому морю, так и Северному Каспию.

Поэтому возможности для выкорма планктоноядных рыб в Аральском море ограничены.

Молодь полупроходных рыб, скатившаяся в море, использует планктон в слабой степени, питаясь донными и придонными организмами.

Морской планктон используется молодью шемаи, взрослая же шемая потребляет насекомых и гаммарид. Гаммариды потребляются также лещом, белоглазкой, чехонью и другими бентосоядными рыбами, что обуславливает интенсивное использование запасов гаммарид. В связи с относительно низкой продукцией зоопланктона и интенсивным использованием гаммарид акклиматизированная в Аральском море салака, которая потребляет копепод и гаммарид, вряд ли даст большую продукцию без существенного укрепления кормовой базы.

3. В зообентосе Аральского моря около 70% (66,6%) всей биомассы составляют моллюски, второе место (33%) принадлежит личинкам хирономид и других насекомых и около 1% приходится на долю ракообразных — гаммарид. По концентрации бентоса на единице площади и по валовому его запасу наиболее богаты районы в пределах изобат 10—30 м, при этом более 40% валовой биомассы приходится на зоны глубже 20 м.

На прибрежные мелководные районы, находящиеся вблизи нерестилищ рыб, приходится только около 20% валового количества бентоса, 27% всей биомассы моллюсков, 42% биомассы гаммарид и только 6% общего запаса хирономид; более 90% общей биомассы хирономид распределяется на илистых грунтах в пределах глубин от 10 до 30 м.

4. Все промысловые рыбы Аральского моря прямо (бентофаги) или косвенно (хищники) выкармливаются за счет бентоса, при этом все главнейшие компоненты бентоса этого моря входят в пищевой рацион основных промысловых рыб этого водоема.

Весной и в первую половину лета рыбы кормятся в относительно мелководных прибрежных районах моря, состав их пищи сходен и откорм идет за счет моллюсков, ракообразных и растений. Во вторую половину лета в ареалах нагула и составе пищи наблюдаются расхождения. Вобла и сазан, сохраняя прежний состав пищи (моллюски, остракоды, растения), продолжают в основной массе питаться на небольших глубинах (до 20 м), лещ проникает на илистые грунты центральной части моря, где питается хирономидами. Хирономид потребляют также белоглазка, чехонь, шемая и частично шип. К осени вновь наблюдается подход рыб к берегам.

5. Особенности распределения бентоса и рыб-потребителей по глубинам обуславливают более интенсивное его использование в прибрежных районах и меньшее в открытых частях моря.

6. В связи с лучшей, чем у зоопланктона, обеспеченностью пищей концентрация бентоса на единице площади и общие его запасы в Аральском море близки к соответствующим величинам для Северного Каспия. Однако рыбопродуктивность единицы площади Аральского моря почти в 5 раз ниже, чем в Северном Каспии, что обусловлено главным образом недостаточной по сравнению с запасами корма в море численностью рыб, которая лимитируется условиями размножения.

При выборе новых кормовых организмов для вселения в Аральское море необходимо отдавать предпочтение видам, которые добывают свою пищу в донных отложениях (детритоеды, потребители макро- и микрофитобентоса), а не из толщи воды (фильтраторы).

Повышение использования рыбами имеющихся в Аральском море кормовых ресурсов может осуществляться как за счет мероприятий, улучшающих размножение существующих видов рыб, так и за счет вселения новых потребителей бентосного корма.

7. При ежегодном изъятии 10 км³ из стока рек, впадающих в Аральское море, в ближайшие 20 лет существенных изменений в составе и запасах кормовой базы не произойдет. При изъятии около 20 км³ воды из речного стока уже через 20 лет вследствие повышения солено-

сти начнут ухудшаться условия обитания для некоторых кормовых организмов (адакна, дрейссена) и полупроходных рыб (лещ, сазан). Общие запасы планктона и бентоса в связи с сокращением объема и площади моря и понижения уровня продуцирования кормовых организмов с единицы площади могут понизиться максимально до 60%.

В дальнейшем в связи с осолонением и падением уровня моря для сохранения его рыбохозяйственного значения понадобится либо дополнительная подача пресной воды из других бассейнов, либо коренная перестройка фауны беспозвоночных и рыб. При формировании фауны измененного Аральского моря первостепенное значение приобретет акклиматизация.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Бенинг А. Л., Материалы к составлению промысловой карты Аральского моря, Труды Аральского отделения ВНИРО, т. IV, Казиздат, 1935.
2. Бервальд Э. А., Биология размножения основных промысловых рыб Арала, Материалы по ихтиофауне и режиму вод бассейна Аральского моря, МОИП, 1956.
3. Бервальд Э. А., Воздействие промысла на продуктивность стад леща Аральского моря, Вопросы ихтиологии, вып. 7, Изд. АН СССР, 1956.
4. Бирштейн Я. А. и Спасский Н. Н., Донная фауна Каспийского моря до и после вселения *Nereis succinea*, Акклиматизация нереис в Каспийском море, МОИП, 1953.
5. Блинов Л. К., Гидрохимия Аральского моря, Гидрометиздат, 1956.
6. Бокова Е. Н., Кормовая ценность бентоса Северного Каспия, Зоологический журнал, т. XXV, вып. 6, Изд. АН СССР, 1940.
7. Боруцкий Е. В., Динамика биомассы *Chironomus plumosus* профундали Белого озера, Труды лимнологической станции в Косине, вып. 22, Гидрометиздат, 1939.
8. Бруевич С. В., Распределение вещества среди отдельных групп организмов Каспийского моря, Труды по комплексному изучению Каспийского моря, вып. XIV, 1941.
9. Бруевич С. В. и Соловьева Н. Ф., Баланс биогенных элементов Аральского моря и его изменение в связи с гидростроительством, Гидрохимические материалы, т. XXVI, Новочеркасский гидрохимический институт, 1957.
10. Виноградов А. П., О химическом составе планктона, Труды биохимической лаборатории АН СССР, т. II, Изд. АН СССР, 1939.
11. Виноградов Л. Г., Многолетние изменения северо-каспийского бентоса, Труды ВНИРО, т. XXXVIII, вып. 1, Пищепромиздат, 1959.
12. Воробьев В. П., Бентос Азовского моря, Труды Азчерниро, вып. 13, Крымиздат, 1949.
13. Горский Н. Н., Особенности термического режима и ориентировочный подсчет теплового баланса Каспийского моря, Труды первой Всесоюзной научной рыбохозяйственной конференции, т. III, Пищепромиздат, 1938.
14. Горшкова Т. И., Исследование детрита в воде и грунте северной части Каспийского моря, Памяти академика Д. А. Архангельского, Изд. АН СССР, 1951.
15. Грезе В. Н., Продукция *Pontoporeia affinis* и метод ее определения, Труды гидробиологического общества, т. III, Изд. АН СССР, 1951.
16. Дацко В. Г., Органическое вещество в водах южных морей СССР, Изд. АН СССР, 1959.
17. Дементьева Т. Ф., Изменения в распределении и темпе роста леща в Азовском море перед зарегулированием стока р. Дон, Труды ВНИРО, т. 31, Пищепромиздат, 1955.
18. Карпевич А. Ф., Потребление и усвоение корма рыбами, «Рыбное хозяйство», 1940, № 2.
19. Карпевич А. Ф., Состояние кормовой базы южных морей после зарегулирования стока их рек, Труды Всесоюзной конференции по вопросам рыбного хозяйства, Изд. АН СССР, 1953.
20. Карпевич А. Ф., Отношение двустворчатых моллюсков Северного Каспия и Арала к изменению солености среды обитания, Диссертация МГУ, 1953.
21. Кирпиченко М. Я., Донное животное население поемных водоемов р. Днепра «Цыганское» и «Подборное», Труды Гидробиологической станции АН УССР, № 19, Днепропетровск, Обл. издательство, 1940.
22. Коновалов П. М., Маркова Е. Л., Бинтинг Э. Л., Акклиматизация балтийской салаки в Аральском море, «Рыбное хозяйство», 1958, № 3.
23. Кривобок М. Н., Биологические особенности молоди сазана нерестово-выростных хозяйств дельты Волги, Труды ВНИРО, т. 32, Пищепромиздат, 1956.
24. Лесников Л. А. и Матвеева Р. П., О характере влияния волжского стока на зоопланктон Северного Каспия, Труды ВНИРО, т. 38, Пищепромиздат, 1959.
25. Луконина Н. К., Зоопланктон Аральского моря (напечатано в этом сборнике).

26. Морозова П. Н., Лещ Аральского моря, Известия ВНИОРХа, т. XXX, Пищепромиздат, 1952.
 27. Никольский Г. В., Рыбы Аральского моря, Изд. МОИП, 1940.
 28. Никольский Г. В. и Морозова П. Н., О факторах, определяющих величину поголовья стада промысловых рыб Аральского моря, Зоологический журнал, т. XXV, вып. 4, Изд. АН СССР, 1946.
 29. Никольский Г. В. и Фортунатов М. А., Ирригационное строительство и рыбное хозяйство Аральского моря, Материалы по ихтиофауне и режиму вод в бассейне Аральского моря, Изд. МОИП, 1950.
 30. Новикова Н., О возможности определения суточного рациона рыб в естественных условиях, Вестник МГУ, № 9, Изд. МГУ, 1949.
 31. Окул А. В., Питание и пища планктоноядных рыб Азовского моря, Труды Азчерниро, вып. 12, Крымиздат, 1940.
 32. Панкратова В. Я., Материалы по питанию рыб Аральского моря, Труды Аральского отделения ВНИРО, т. IV, Казиздат, 1935.
 33. Романычева О. Д., Биология размножения леща и воблы в придельтовых водоемах Сыр-Дарьи и материалы к биологическому обоснованию улучшения воспроизводства поголовья их стад, Автореферат кандидатской диссертации, МГУ, 1951.
 34. Усачев П. И., Количественные колебания фитопланктона в Северном Каспии, Труды ИОАН, т. II, Изд. АН СССР, 1948.
 35. Федосов М. В., Новые данные по гидрохимии Аральского моря, Материалы по ихтиофауне и режиму вод бассейна Аральского моря, Изд. МОИП, 1950.
 36. Федосов М. В., Основные черты гидрохимического режима Азовского моря, Труды ВНИРО, т. XXXI, Пищепромиздат, 1955.
 37. Федосов М. В. и Барсукова Л. А., Формирование режима биогенных элементов в Северном Каспии и интенсивность образования органического вещества фитопланктона, Труды ВНИРО, т. XXXVIII, Пищепромиздат, 1959.
 38. Хусаинова Н. З., Биологические особенности некоторых массовых донных кормовых беспозвоночных, Изд. КазГУ, Алма-Ата, 1958.
 39. Чаянова Л. А., Размножение и развитие пелагических Copepoda Черного моря, Труды Карадагской биологической станции АН УССР, вып. 10, Изд. АН УССР, 1950.
 40. Шорыгин А. А. и Карпевич А. Ф., Новые вселенцы Каспийского моря и их значение в биологии водоема, Крымиздат, 1948.
 41. Шорыгин А. А., Питание и пищевые взаимоотношения рыб Каспийского моря, Пищепромиздат, 1952.
 42. Яблонская Е. А., Усвоение естественных кормов зеркальным карпом и оценка с этой точки зрения кормности водоемов, Труды лимнологической станции в Косино, вып. 20, Гидрометиздат, 1935.
 43. Яблонская Е. А., Питание *Nereis succinea* в Каспийском море, Акклиматизация нереис в Каспийском море, Изд. МОИП, 1958.
 44. Яблонская Е. А., Распределение донных биоценозов и биомассы бентоса Аральского моря, Сборник аннотаций к работам, выполненным ВНИРО, Изд. ВНИРО, № 3, 1958.
 45. Яблонская Е. А., Современное состояние бентоса Аральского моря (напечатано в этом сборнике).
-